

## **METHOD OF FLIP CHIP MOUNTING**

Patent Number: JP2001308144  
Publication date: 2001-11-02  
Inventor(s): MASUDA TSUGUNORI; FURUNO MASAHIKO; SAKAMOTO ISAO  
Applicant(s): TAMURA SEISAKUSHO CO LTD  
Requested Patent: JP2001308144  
Application Number: JP20000124508 20000425  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/60; H05K1/18; H05K3/24; H05K3/34  
EC Classification:  
Equivalents: JP3400408B2

### **Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an effective method of mounting for realizing a fluxless bonding in the air, when mounting an IC chip having solder bumps formed of lead-free solder on a wiring board by a flip chip bonding method.

**SOLUTION:** The surface of a lead-free tin-zinc-based solder alloy of which the solder bumps 12 of the IC chip 11 are formed is reformed, The purpose of this reformation is to prevent reoxidation of tin and zinc by removing a tin oxide film and a zinc oxide film on the surface of the solder bumps 12 by casting a hydrogen-contained plasma 13 and then forming a fluorine-contained layer on the surface of the solder bumps 12 by casting a fluorine-contained plasma, After the reformation, the solder bumps 12 of the IC chip 11 are directly mounted on metal electrodes of the wiring board and then are bonded by a flip chip bonding method, By reforming the oxide film layer of the solder bumps 12 formed of a tin-zinc-based solder alloy, a fluxless bonding of the solder bumps 12 of the IC chip 11 and the metal electrodes of the wiring board, is made possible in the air.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-308144

(P2001-308144A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)	
H 0 1 L 21/60	3 1 1	H 0 1 L 21/60	3 1 1 S	5 E 3 1 9
H 0 5 K 1/18		H 0 5 K 1/18	L	5 E 3 3 6
3/24		3/24	D	5 E 3 4 3
			B	5 F 0 4 4
		3/34	5 0 1 Z	
審査請求 有 請求項の数12 O L (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-124508(P2000-124508)

(22) 出願日 平成12年4月25日 (2000.4.25)

(71) 出願人 390005223

株式会社タムラ製作所

東京都練馬区東大泉1丁目19番43号

(72) 発明者 増田 二紀

東京都練馬区東大泉一丁目19番43号 株式会社タムラ製作所内

(72) 発明者 古野 雅彦

東京都練馬区東大泉一丁目19番43号 株式会社タムラ製作所内

(74) 代理人 100062764

弁理士 樺澤 襄 (外2名)

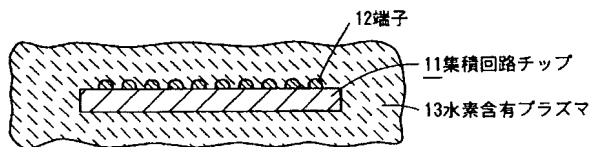
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フリップチップ実装方法

(57) 【要約】

【課題】 鉛フリーはんだで形成したはんだバンプを有する I C チップを配線基板にフリップチップ実装する場合、大気中でのフラックスレス接合を実現するために有効的な実装方法を提供する。

【解決手段】 I C チップ11のはんだバンプ12を形成する鉛フリーの錫-亜鉛系はんだ合金の表面を改質する。この改質は、水素含有プラズマ13の照射によりはんだバンプ12の表面の錫酸化膜および亜鉛酸化膜を除去し、弗素含有プラズマによりはんだバンプ12の表面に弗素含有層を形成することで、錫および亜鉛の再酸化を防止する。この改質後に配線基板の金属電極に I C チップ11のはんだバンプ12を直接マウントし、フリップチップボンダにより接合する。錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12の酸化膜層を改質することで、大気中での、I C チップ11のはんだバンプ12と配線基板の金属電極とのフラックスレス接合を可能とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 配線基板および集積回路チップの少なくとも一方の端子を形成する鉛フリーはんだの表面を改質する工程と、

この改質後に配線基板の端子に集積回路チップの端子を直接マウントする工程と、

このマウント後に端子間を接合する工程とを具備したことを特徴とするフリップチップ実装方法。

【請求項2】 鉛フリーはんだの材料は、錫-亜鉛系はんだ合金であることを特徴とする請求項1記載のフリップチップ実装方法。

【請求項3】 錫-亜鉛系はんだ合金は、錫と亜鉛の他に、ビスマス、インジウム、銅のうち少なくとも1元素を、それぞれ10質量%未満添加した合金組成を有することを特徴とする請求項2記載のフリップチップ実装方法。

【請求項4】 錫-亜鉛系はんだ合金の端子と接合される相手側の端子は、

下地の銅導体の上にニッケル層を設け、そのニッケル層の上に、金層と、パラジウム層を介した金層とのいずれか一方を設けたことを特徴とする請求項2または3記載のフリップチップ実装方法。

【請求項5】 ニッケル層、パラジウム層および金層は、無電解メッキ法により形成され、燐やホウ素などの不純物を含むことを特徴とする請求項4記載のフリップチップ実装方法。

【請求項6】 金層の厚みは、0.02~0.3μmであることを特徴とする請求項4または5記載のフリップチップ実装方法。

【請求項7】 錫-亜鉛系はんだ合金の端子と接合される相手側の端子は、

下地の銅導体の上に鉛フリーはんだ層を形成したことを特徴とする請求項2または3記載のフリップチップ実装方法。

【請求項8】 はんだ端子の表面を改質する工程は、はんだ端子の表面の錫と亜鉛の酸化膜を除去する工程と、

はんだ端子の表面に弗素を含有する層を形成する工程とを具備したことを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のフリップチップ実装方法。

【請求項9】 酸化膜を除去する工程と、弗素を含有する層を形成する工程は、大気に曝されずになされることを特徴とする請求項8記載のフリップチップ実装方法。

【請求項10】 はんだ端子の表面の酸化膜を除去する工程は、水素含有プラズマによることを特徴とする請求項8または9記載のフリップチップ実装方法。

【請求項11】 はんだ端子の表面に弗素を含有する層を形成する工程は、弗素含有プラズマによることを特徴とする請求項8また

は9記載のフリップチップ実装方法。

【請求項12】 集積回路チップの端子を配線基板の端子上に直接マウントする工程および接合する工程は、大気中でなされることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のフリップチップ実装方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも一方の端子を鉛フリーはんだで形成した配線基板および集積回路チップのフリップチップ実装方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の、集積回路チップ（以下、集積回路を「IC」という）上の表面に形成されたはんだ端子を、配線基板またはパッケージの配線電極に直接接続するフリップチップ実装方法（フェースダウンボンディング）としては、C4（Controlled Collapse Chip Connection）と呼ばれる技術が用いられてきた。

【0003】通常、このC4では、鉛を含有する高融点はんだ（Pb-5質量%Sn）と、錫鉛共晶はんだ（Sn-37質量%Pb）が使用されており、例えば、特開平8-64717号公報に記載されている。

【0004】しかし、昨今の環境問題への配慮から、従来の鉛入りのはんだから、鉛が入っていない鉛フリーはんだへの移行が進められている。

【0005】また、はんだを接合させる際には、フラックスと呼ばれる融剤を用いる必要がある。鉛フリーはんだは、一般的にはんだ濡れ性が悪く、相手金属に確実に接合させるには、従来よりも活性力の強いフラックスを用いる必要があり、特開平10-175092号公報には、錫-亜鉛系はんだのフラックスについて記載されている。

【0006】このようなフラックスを用いた場合、接合後にフラックス残渣を洗浄液により洗浄、除去している。洗浄液として、有機溶剤や、表面活性剤水溶液などを使用している。特開平10-46198号公報には、フリップチップ実装品のフラックス除去後の乾燥性に優れた洗浄剤が記載されている。

【0007】一方、プラズマをはんだ付けに用いる技術としては、特開平11-340614号公報に、はんだ表面の酸化膜をプラズマ処理により除去し、そのはんだ表面を低酸素濃度の雰囲気下で、ごく薄くはんだ接合性を阻害しない酸化膜を生成させることで、フラックスレスではんだ接合を行う方法が記載されている。

【0008】しかし、従来の錫鉛はんだよりも酸化し易い錫-亜鉛系はんだ合金には、この処理は適さない。

【0009】また、特開2000-61628号公報には、弗化水素により、はんだ表面の弗化处理を行い、はんだ表面の融解性を向上させる方法が記載されている。

【0010】しかし、弗化水素は腐食性の強いガスであり、取り扱いには細心の注意が必要とされる問題があ

る。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の鉛入りのはんだは使用できなくなるため、鉛フリーはんだへの置き換えを進めていかなければならない。そして、鉛フリーはんだとしての錫-亜鉛系はんだ合金は、共晶組成 ( $\text{Sn}-9\text{質量}\%\text{Zn}$ ) での融点が  $199^\circ\text{C}$  であり、従来の錫鉛共晶はんだの融点  $183^\circ\text{C}$  に近く、また、錫-鉛はんだ合金より機械的強度に優れるなどの優位性を有している。

【0012】しかし、錫-亜鉛系はんだ合金は酸化され易く、はんだ付け性が非常に悪い。相手金属に確実に接合するためには、従来よりも活性力の強いフラックスが必要となり、大気中での接合も困難とされている。

【0013】そのフラックスを用いる場合は、はんだ付け後もフラックスの固形部や活性剤が基板上にフラックス残渣として残留する。この残留したフラックス残渣は、配線回路面の腐食の原因となり、信頼性を低下させるため、はんだ付け後の洗浄が必要とされる。

【0014】しかし、活性力の強いフラックス、耐熱性を有するフラックスを使うと、フラックス残渣の焼付きなどにより洗浄が困難になり、さらに高密度配線化に伴って、ますます洗浄が困難になる。そして、洗浄コストも高くなる。

【0015】そこで、環境負荷を低減するために、フラックスの無洗浄化、あるいはフラックスそのものを使わないフラックスレスはんだ付けが必要とされているが、それにはフラックス以外で前記酸化の問題を解決する必要がある。

【0016】本発明は、このような点に鑑みなされたもので、少なくとも一方の端子を鉛フリーはんだで形成した配線基板および集積回路チップをフリップチップ実装する場合に、大気中での接合および無洗浄化を実現するために有効的な実装方法を提供することを目的とするものである。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載された発明は、配線基板および集積回路チップの少なくとも一方の端子を形成する鉛フリーはんだの表面を改質する工程と、この改質後に配線基板の端子に集積回路チップの端子を直接マウントする工程と、このマウント後に端子間を接合する工程とを具備したフリップチップ実装方法であり、はんだ端子表面の酸化膜層を改質することで、大気中での、配線基板および集積回路チップの端子間のフラックスレス接合を可能とする。

【0018】請求項2に記載された発明は、請求項1記載のフリップチップ実装方法において、鉛フリーはんだの材料を、錫-亜鉛系はんだ合金としたものであり、錫-亜鉛系はんだ合金は、安価で、他の鉛フリーはんだより融点が低い利点を有する一方で、亜鉛はイオン化傾向

が大きく酸化されやすいため、はんだ端子表面に亜鉛酸化膜を形成しやすいが、錫-亜鉛系はんだ合金のはんだ端子表面を改質して、端子表面から錫酸化物とともに亜鉛酸化膜を去除することで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、良好なはんだ接合が可能となる。

【0019】請求項3に記載された発明は、請求項2記載のフリップチップ実装方法において、錫-亜鉛系はんだ合金が、錫と亜鉛の他に、ビスマス、インジウム、銅のうち少なくとも1元素を、それぞれ10質量%未満添加した合金組成を有するものであり、これらの添加元素は、はんだ濡れ性の改善と、融点を下げることに役立つが、これらの添加元素の比率が多すぎると、機械的強度が低下するので、それぞれの添加元素が10質量%未満となるようにする。

【0020】請求項4に記載された発明は、請求項2または3記載のフリップチップ実装方法において、錫-亜鉛系はんだ合金の端子と接合される相手側の端子が、下地の銅導体の上にニッケル層を設け、そのニッケル層の上に、金層と、パラジウム層を介した金層とのいずれか一方を設けたものであり、ニッケル層により、銅導体に対する亜鉛の拡散を防止して、機械的強度の低い銅-亜鉛金属間化合物の生成を防止し、また、パラジウム層により、金層の厚みを薄く均一にし、さらに、金層により、はんだ濡れ性を向上させる。

【0021】請求項5に記載された発明は、請求項4記載のフリップチップ実装方法において、ニッケル層、パラジウム層および金層が、無電解メッキ法により形成され、燐やホウ素などの不純物を含むものであり、無電解メッキ法は、燐やホウ素などの不純物が混入しても問題がなく、むしろ、共通電極が不要で、配線引回しに有利であるとともに、端子間のファインピッチに対応できるなど、多くの利点を有する。

【0022】請求項6に記載された発明は、請求項4または5記載のフリップチップ実装方法において、金層の厚みを、 $0.02\sim 0.3\mu\text{m}$ としたものであり、この範囲内において、適正なはんだ濡れ性と、適正なはんだ接続強度とが得られる。 $0.02\mu\text{m}$ 未満では、はんだ濡れ性が悪くなり、 $0.3\mu\text{m}$ を超えると、コストがかかるとともに、はんだ中の金濃度が高まり、脆い性質の金-錫金属間化合物が生成されやすく、この部分から剥離しやすくなる。

【0023】請求項7に記載された発明は、請求項2または3記載のフリップチップ実装方法において、錫-亜鉛系はんだ合金の端子と接合される相手側の端子が、下地の銅導体の上に鉛フリーはんだ層を形成したものであり、鉛フリーはんだ層により、はんだ濡れ性の向上を安価に達成する。

【0024】請求項8に記載された発明は、請求項1乃至7のいずれかに記載のフリップチップ実装方法において、はんだ端子の表面を改質する工程は、はんだ端子の

表面の錫酸化膜と亜鉛酸化膜を除去する工程と、はんだ端子の表面に弗素を含有する層を形成する工程とを具備したものであり、はんだ端子表面の錫や亜鉛の酸化膜を除去することで、フラックスレスでのはんだ接合を可能とし、また、その酸化膜を除去したはんだ端子表面に、弗素を含有する層を形成することで、はんだ端子表面の錫および亜鉛の再酸化を防止して、フラックスレスでのはんだ接合を確実にする。

【0025】請求項9に記載された発明は、請求項8記載のフリップチップ実装方法において、酸化膜を除去する工程と、弗素を含有する層を形成する工程が、大気に曝されずになされるものであり、大気中よりも、酸化膜の除去および弗素含有層の形成が効率良くなされる。

【0026】請求項10に記載された発明は、請求項8または9記載のフリップチップ実装方法において、はんだ端子の表面の酸化膜を除去する工程が、水素含有プラズマによるものであり、水素含有プラズマの照射により錫-亜鉛系はんだ合金のはんだ端子表面の錫酸化膜および亜鉛酸化膜を除去することで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、端子間どうしを接合することが可能となる。

【0027】請求項11に記載された発明は、請求項8または9記載のフリップチップ実装方法において、はんだ端子の表面に弗素を含有する層を形成する工程が、弗素含有プラズマによるものであり、酸化膜を除去した錫-亜鉛系はんだ合金のはんだ端子表面に、弗素含有プラズマにより弗素含有層を形成することで、はんだ端子表面の錫および亜鉛の再酸化を防止し、はんだ濡れ性を向上させる。

【0028】請求項12に記載された発明は、請求項1乃至7のいずれかに記載のフリップチップ実装方法において、集積回路チップの端子を配線基板の端子上に直接マウントする工程および接合する工程が、大気中でなされるものであり、表面を改質処理されたはんだ端子は、大気中でマウントおよび接合されても再酸化のおそれがないので、マウント工程および接合工程が容易になる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を図1乃至図4を参照しながら説明する。

【0030】図1に示されるように、集積回路チップ（以下、この集積回路チップを「ICチップ」という）11の上面には、端子としての多数の表面電極、すなわちバンプ状に形成されたはんだ端子（以下、このはんだ端子を「はんだバンプ」という）12が形成されている。

【0031】このはんだバンプ12の材料は、鉛フリーはんだである、錫-亜鉛系はんだ合金であり、共晶組成のSn-9質量%Zn、もしくは亜鉛量を調整して融点降下のためにビスマス、インジウム、銅のうち少なくとも1元素を10質量%未満添加した合金組成のもの、例えば、Sn-8質量%Zn-3質量%B iなどを用いる。

【0032】これらの添加元素は、はんだ濡れ性を改善するとともに、融点を下げるように作用するが、これらの添加元素が10質量%以上であると、機械的強度が低下し、硬くて脆くなるので、それぞれの添加元素が10質量%未満となるようにした。

【0033】まず、このICチップ11上に形成された錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12は、その表面が酸化膜により覆われているから、その酸化膜を除去する必要がある。ここでは、従来は、はんだ付け性を阻害すると考えられてきた錫酸化膜を取除くのは勿論のこと、亜鉛酸化膜を除去することが重要である。

【0034】錫-亜鉛系はんだ合金は、安価で、他の鉛フリーはんだより融点が低い利点を有する（例えば、Sn-4.7質量%Ag-1.7質量%Cuの融点は217℃であるが、共晶組成のSn-9質量%Znの融点は199℃である）が、従来の錫鉛はんだや、鉛フリーの錫-銀系はんだ合金と比べて、はんだ付け性が劣る原因とされているのが、亜鉛の含有である。

【0035】亜鉛は、イオン化傾向が大きいために酸化されやすく、はんだバンプ12の表面に亜鉛酸化膜を形成しやすいが、この錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ表面を改質してこの亜鉛酸化膜を取除くことで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、良好なはんだ付け性が得られる。

【0036】前記錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12の表面に形成された酸化膜を除去する工程では、水素含有の不活性ガスプラズマ、すなわち水素含有プラズマ13を照射することにより、バンプ表面の錫酸化膜および亜鉛酸化膜を水素含有プラズマ13の強力な還元作用およびエッチング作用により有効に除去することができる。

【0037】この水素含有プラズマ13の照射条件は、照射温度を、室温を含む錫-亜鉛系はんだ合金の融点以下とし、圧力を、10～60Pa程度の減圧下とし、照射時間を2分以内とする。

【0038】前記水素含有プラズマ発生用のプロセスガスは、不活性ガスと、水素分子換算で3容量%以上8容量%未満の水素含有率の水素ガスとを含む混合ガスとする。不活性ガスは、ヘリウムまたはアルゴンを用いる。

【0039】このようにして、錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12を、プラズマを用いたドライプロセスにより、はんだバンプ12の表面の酸化膜層を除去することで、フラックスレスでの接合を可能とする。

【0040】次に、図2に示されるように、前記酸化膜を除去した錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12の表面に、弗素を含有する層を形成する処理を施す。この弗素を含有する層を形成することで、はんだバンプ12の表面での錫および亜鉛の再酸化を防止し、はんだ濡れ性を向上させることができる。

【0041】前記はんだバンプ12の表面に弗素を含有する層を形成する工程は、はんだバンプ12の表面の酸化膜

を除去する工程の後に、弗素含有プラズマ14を照射する。

【0042】前記弗素含有プラズマ14の照射条件は、照射温度を、室温を含む錫-亜鉛系はんだ合金の融点以下とし、圧力を、10～60Pa程度の減圧下とし、照射時間を6.0秒以内とする。

【0043】前記弗素含有プラズマ発生用のプロセスガスは、四弗化炭素(CF<sub>4</sub>)やC<sub>5</sub>F<sub>8</sub>などの弗化炭素系化合物、三弗化窒素(NF<sub>3</sub>)および六弗化硫黄(SF<sub>6</sub>)のいずれか少なくとも一つと、酸素および不活性ガス(ヘリウムまたはアルゴン)の少なくとも一方とを含む混合ガスとする。

【0044】このように、水素含有プラズマ13および弗素含有プラズマ14の照射により、錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12の表面を改質処理することで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、次の配線基板の金属電極と接合させることが可能となる。

【0045】次に、図3に示されるように、配線基板15上に、反転したICチップ11をマウントする。その際、ICチップ11の錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12と、配線基板15の端子としての金属電極16とを突き合わせるように位置決めする。

【0046】前記錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12の下地部分、およびこのはんだバンプ12と接合される相手側の金属電極16は、下地の銅導体の上にニッケル層を形成し、このニッケル層の上に、金層を直接設けるか、またはパラジウム層を介して金層を設けた構造である。

【0047】ニッケル層、パラジウム層および金層は、無電解メッキ法により形成され、燐やホウ素などの不純物を含むものであるが、無電解メッキ法によりニッケル層などを形成する段階で、燐やホウ素などの不純物が混入しても、特に問題はない。

【0048】むしろ、無電解メッキ法は、共通電極が不要で、配線引回しに有利であるとともに、端子間のファインピッチに対応できるなど、多くの利点を有する。

【0049】ニッケル層は、銅導体に対する亜鉛の拡散を防止して、機械的強度の低い銅-亜鉛金属間化合物の生成を防止し、また、パラジウム層は、金層の厚みを薄く均一にする働きがあり、さらに、金層は、はんだ濡れ性を向上させる。

【0050】金層の厚みは、0.02～0.3μmの範囲内に収める。この範囲内において、適正なはんだ濡れ性と、適正なはんだ接続強度とが得られる。0.02μm未満では、はんだ濡れ性が悪くなり、0.3μmを超えると、コストがかかるとともに、はんだ中の金濃度が高まり、脆い性質の金-錫金属間化合物が生成されやすく、この部分から剥離しやすくなる。

【0051】また、前記錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12と接合される相手側の金属電極16は、下地の銅

導体の上に鉛フリーはんだ層を形成したもので良い。この鉛フリーはんだ層は、錫-亜鉛系はんだ合金、錫-銀系はんだ合金などにより形成する。この鉛フリーはんだ層は、はんだ濡れ性を向上できるとともに、ニッケル層の上に金層を設ける場合よりも、安価に形成できるコストメリットがある。

【0052】次に、図4に示されるように、錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12を、配線基板15の金属電極16に接合する。12aは、はんだ接合部である。

【0053】このはんだ接合部12aの接合形態は、はんだバンプ12の融点以上の加熱による溶融接合、または融点以下の加熱および加圧による拡散接合のいずれでも可能である。

【0054】前記接合工程に当たって、処理対象物を100℃以下で予加熱することにより、ICチップ11などのヒートショックを防止するとともに、溶融接合または拡散接合を円滑に開始する。

【0055】ICチップ11のはんだバンプ12を配線基板15の金属電極16上に直接マウントする工程および接合する工程は、大気中でなされるが、表面を改質処理されたはんだバンプ12は、大気中でマウントおよび接合されても再酸化のおそれがないので、マウント工程および接合工程が容易になる。

【0056】上記マウント工程および接合工程は、1台の装置、または複数台の装置で実施する。例えば、1台のフリップチップボンダでマウントおよびリフローの両方を実施しても良いし、マウンタでICチップ11を配線基板15上にマウントしてリフロー装置で接合するというように分けて実施しても良い。

【0057】本実装方法によれば、錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12の表面を改質することで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、錫-亜鉛系はんだ合金のはんだバンプ12を配線基板15の金属電極16に直接はんだ付けできる。

【0058】なお、以上の実施の形態は、ICチップ11の端子を鉛フリーはんだで形成して、その鉛フリーはんだの端子表面をプラズマで改質するフリップチップ実装方法であるが、逆に、配線基板15の端子(電極)を鉛フリーはんだで形成して、その鉛フリーはんだの端子表面をプラズマで改質するようにしても良いし、ICチップ11および配線基板15の両方の各端子をそれぞれ鉛フリーはんだで形成して、その鉛フリーはんだの各端子表面をそれぞれプラズマで改質するようにしても良い。

【0059】

【実施例】次に、具体的数値を用いて、本フリップチップ実装方法の実施例を説明する。

【0060】ICチップ11のサイズは、10mm×10mmで、そのSn-9質量%Znはんだ合金のはんだバンプ12は、高さ60μmのものを400個設けた。

【0061】配線基板15には、板厚1mmのFR4を用

い、その金属電極16は、銅導体の上に無電解ニッケルメッキし、さらに、その上に薄く無電解金メッキを施したものを使用した。

【0062】この金属電極16は、 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ のサイズであり、銅導体の厚みは $18\mu\text{m}$ 、ニッケルメッキ層の厚みは $5\mu\text{m}$ 、金メッキ層の厚みは $0.05\mu\text{m}$ にそれぞれ形成する。

【0063】まず、ICチップ11上のSn-9質量%Znはんだ合金のはんだバンプ12の表面に水素含有プラズマ13を照射することにより、バンプ表面に形成された酸化膜を除去した。

【0064】水素含有プラズマ13のプロセスガスとしては、不活性ガスにアルゴンを用い、水素7容量%含有アルゴンプラズマにより、約 $40\text{Pa}$ の圧力でプラズマ処理した。

【0065】プラズマ発生方法は特に問わないが、本実施例では、平行平板に高周波電圧を印加してプラズマを発生させた。高周波電源は、 $13.56\text{MHz}$ の周波数を用いて、出力は、約 $1000\text{ワット}$ で、 $60\text{秒間}$ 処理した。

【0066】続いて、弗素含有プラズマ14により、はんだバンプ12の表面に弗素を含有する層を形成する表面改質を行った。四弗化炭素80容量%含有酸素ガスプラズマにより、約 $40\text{Pa}$ の圧力で、約 $1000\text{ワット}$ の高周波電源出力により、 $30\text{秒間}$ 処理した。

【0067】この弗素含有プラズマ14の発生方法に関し

ては、水素含有プラズマ13の場合と同様である。

【0068】このプラズマ処理の後、澁谷工業株式会社製のフリップチップボンダにより、ICチップ11上のはんだバンプ12と配線基板15の金属電極16とを接合した。

【0069】この接合は、大気中で行った。その際、配線基板15を $100^\circ\text{C}$ で予備加熱し、上記フリップチップボンダのボンディングツール温度を $250^\circ\text{C}$ に設定し、ICチップ11のはんだバンプ12の温度が $225^\circ\text{C}$ となるように加熱して溶融接合した。加熱時間は $17\text{秒}$ であった。なお、加熱前に、1端子当り $20\text{g}$ の圧力を加え、はんだバンプ12間の高さのばらつきに対処した。

【0070】この結果、フラックスを用いなくとも、Sn-9質量%Znはんだ合金のはんだバンプ12が金属電極16の表面に十分なはんだ濡れ性を示す接合が得られた。フラックスを用いた接合の場合とのシェア強度の比較においても、フラックスを用いた場合と同等の結果が得られた。

【0071】次に、配線基板15の端子を鉛フリーはんだで形成して、その鉛フリーはんだの端子表面をフラックスを用いることなくプラズマ処理で改質した本実装方法に係るものを上記フリップチップボンダを用いて接合した場合と、フラックスを用いて処理した従来方法に係るものを上記フリップチップボンダを用いて接合した場合とを比較する試験結果を下の表1に示す。

【0072】

【表1】

	従 来	本 発 明
ステージ温度〔℃〕	100	100
チップ側バンプ	Sn-3.5質量%Ag	Sn-3.5質量%Ag
基板側バンプ	Sn-9質量%Zn	Sn-9質量%Zn (プラズマ処理)
マウント時荷重 〔g〕/bump	20	20
ツール温度〔℃〕	260	260
ヒート時間〔秒〕	12	12
フラックス	alpha ソルボンドR5003	無 し (フラックスレス)
導通チェック	正 常	正 常

以上のように、本実装方法によれば、錫-亜鉛系はんだ合金の端子表面をプラズマ処理して改質することで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、集積回路チップおよび配線基板の端子間を良好に接合できる。

【0073】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、少なくとも一方の端子を鉛フリーはんだで形成した配線基板および集積回路チップをフリップチップ実装する場合におい

て、はんだ端子表面の酸化膜層を改質してからマウントして接合することで、フラックスを用いることなく、大気中での端子間の接合も確実にでき、フラックスの後洗浄も省略できる。

【0074】請求項2記載の発明によれば、錫-亜鉛系はんだ合金の端子表面を改質することで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、端子表面の錫酸化物および亜鉛酸化物を除去でき、端子間を確実にはんだ

接合できる。

【0075】請求項3記載の発明によれば、錫-亜鉛系はんだ合金が、錫と亜鉛の他に、ビスマス、インジウム、銅のうち少なくとも1元素を、それぞれ10質量%未満添加した合金組成を有するから、これらの添加元素により、はんだ濡れ性を改善し、融点を下げることができるとともに、それぞれの添加元素を10質量%未満に抑えることで、機械的強度の低下を防止できる。

【0076】請求項4記載の発明によれば、ニッケル層により、銅導体に対する亜鉛の拡散を防止して、機械的強度の低い銅-亜鉛金属間化合物の生成を防止でき、また、パラジウム層により、金層の厚みを薄く均一にでき、さらに、金層により、はんだ濡れ性を向上させることができる。

【0077】請求項5記載の発明によれば、ニッケル層などを形成する無電解メッキ法は、燐やホウ素などの不純物が混入しても問題がなく、むしろ、共通電極が不要で、配線引回しに有利であるとともに、端子間のファインピッチに対応できるなど、多くの利点を有する。

【0078】請求項6記載の発明によれば、金層の厚みを、0.02~0.3 $\mu$ mとしたことにより、適正なはんだ濡れ性と、適正なはんだ接続強度とを確保できる。

【0079】請求項7記載の発明によれば、錫-亜鉛系はんだ合金の端子と接合される相手側の端子として、下地の銅導体の上に鉛フリーはんだ層を形成したから、この鉛フリーはんだ層により、はんだ濡れ性の向上を安価に達成できる。

【0080】請求項8記載の発明によれば、はんだ端子表面の錫や亜鉛の酸化膜を除去することで、フラックスレスではんだ接合を可能にでき、また、その酸化膜を除去したはんだ端子表面に、弗素を含有する層を形成することで、はんだ端子表面の錫および亜鉛の再酸化を防止でき、フラックスレスではんだ接合を確実にできる。

【0081】請求項9記載の発明によれば、酸化膜を除去する工程と、弗素を含有する層を形成する工程が、大

気に曝されずになされるから、大気中よりも、酸化膜の除去および弗素含有層の形成を効率良くできる。

【0082】請求項10記載の発明によれば、錫-亜鉛系はんだ合金のはんだ端子表面に水素含有プラズマを照射することにより錫酸化膜および亜鉛酸化膜を除去することで、後洗浄を必要とするフラックスを用いることなく、端子間どうしを確実に接合することができる。

【0083】請求項11記載の発明によれば、酸化膜を除去した錫-亜鉛系はんだ合金のはんだ端子表面に、弗素含有プラズマにより弗素含有層を形成することで、はんだ端子表面の錫および亜鉛の再酸化を防止し、はんだ濡れ性を向上させることができる。

【0084】請求項12記載の発明によれば、表面を改質処理されたはんだ端子は、大気中でマウントおよび接合されても再酸化のおそれがないので、マウント工程および接合工程を容易にできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のフリップチップ実装方法に関する水素含有プラズマによるプラズマ処理を示す断面図である。

【図2】同上水素含有プラズマによるプラズマ処理後の弗素含有プラズマによるプラズマ処理を示す断面図である。

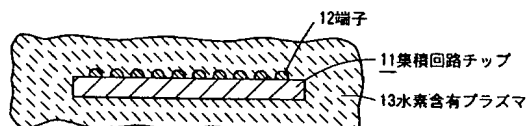
【図3】同上弗素含有プラズマによるプラズマ処理後の配線基板に対するICチップのマウント状態を示す断面図である。

【図4】同上マウント後の配線基板の電極に対するICチップのはんだバンプの接合状態を示す断面図である。

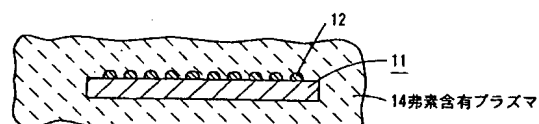
#### 【符号の説明】

- 11 集積回路チップ（ICチップ）
- 12 端子としてのはんだバンプ
- 13 水素含有プラズマ
- 14 弗素含有プラズマ
- 15 配線基板
- 16 端子としての金属電極

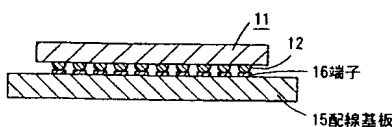
【図1】



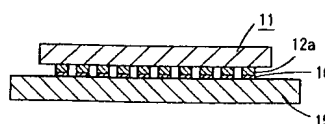
【図2】



【図3】



【図4】





フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H05K 3/34

識別記号

501

507

512

FI

H05K 3/34

テームコード\* (参考)

507Z

507C

512C

H01L 21/92

603B

(72)発明者 坂本 伊佐雄

東京都練馬区東大泉一丁目19番43号 株式  
会社タムラ製作所内

Fターム(参考) 5E319 AA03 AB05 AC01 AC17 BB01

BB04 CC33 CD04 CD29 CD60

GG20

5E336 AA04 BB01 CC34 CC58 EE03

GG05

5E343 AA02 AA11 BB16 BB23 BB24

BB44 BB48 BB52 BB71 DD33

EE52 EE58 GG18

5F044 KK02 KK18 KK19 QQ03 QQ04